

PAT-NO: JP411056101A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11056101 A
TITLE: ENVIRONMENTAL MEASUREMENT USING
PLANT AND APPARATUS
THEREFOR
PUBN-DATE: March 2, 1999

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
ONISHI, HIDENORI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME KK TECHNOS JAPAN COUNTRY N/A

APPL-NO: JP09260797

APPL-DATE: August 19, 1997

INT-CL (IPC): A01G007/00, G01D021/00, G01N033/483

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an environmental pollution monitoring system capable of performing environmental measurement in a mode closer to the ecology of human and other organisms, and at the same time enabling the real-time large-area environmental measurement through an online signal transmission method and economical by using a plant as a sensor utilizing a vital response of the plant.

SOLUTION: This environmental pollution monitoring system is constructed as follows: detection sensors are attached on the outer

surfaces of leaves and branches of a plant beforehand, and then various kinds of chemical stimulation are given to the plant; the changes of bioelectric potentials of the plant responding to the stimulation are measured: the potentials and the frequency wave-forms of the determined electric signals are analyzed, and the results are used as the standard environmental response signals of the plants of the species and families same as the above plant; on the other hand, the changes (potentials and the frequency wave-forms of electric signals) of bioelectric potentials obtained from the detection sensors which have been attached on a plant in the natural world are compared with the standard environmental response signals, and the kinds and the concentrations of chemical substances which affect the plant are calculated based on the results; and the vital response signals detected from a plant is connected to a computer through a signal transmission system consisting of the combination of cable and wireless, and the objective real-time large-area environmental measurement is realized.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-56101

(43)公開日 平成11年(1999)3月2日

(51)Int.Cl.⁵

A 01 G 7/00

G 01 D 21/00

G 01 N 33/483

識別記号

6 0 3

F I

A 01 G 7/00

G 01 D 21/00

G 01 N 33/483

6 0 3

M

F

審査請求 未請求 請求項の数2 書面 (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平9-260797

(71)出願人 595114447

株式会社テクノスジャパン

兵庫県姫路市北条1丁目285番地

(22)出願日

平成9年(1997)8月19日

(72)発明者 大西 秀憲

兵庫県宍粟郡山崎町金谷685番地

(54)【発明の名称】 植物を用いた環境測定方法及びその装置

(57)【要約】

【目的】植物の生体応答を利用して、植物をセンサーとして用いる事により、人間及び他の生物の生態により近い環境測定ができると共に、オンライン信号伝送方法により、リアルタイムでしかも広域の環境測定が可能かつ経済的な環境汚染監視システムを提供できるようにする。

【構成】 予め、植物の葉や枝の外表面に検知センサーを貼付して、該植物に対し化学的刺激を付与し、この時の植物の生体電位の変化を計測する。そして、この計測した電気信号の電位及び周波数波形を解析して、これを当該同種同科の植物における基準環境応答信号とする。一方、自然界における植物に貼付した検知センサーから計測した生体電位の変化（電気信号の電位及び周波数波形）と、前記基準環境応答信号を比較して、該植物が受けている化学物質の種類と、その濃度を算出することにより、環境測定を行うものであり、植物から検出した生体応答信号を無線及び有線を組み合わせた信号伝送方法によりコンピュータと接続し、リアルタイムで広域の環境測定ができるように構成している。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 前もって、植物に対して人工的に化学的刺激を付与して、植物の生体応答を電位の変化で計測し、その周波数の波形を解析し、電位の変化及び波形と、付与した化学的刺激の相関を求め、これを当該同種同科の植物における基準環境応答信号とすると共に、一方、自然界で、環境因子の影響を受けている同種同科の植物の電位の変化及びその波形を計測し、前記基準環境応答信号と比較して、該植物の環境における化学物質の種類と、その濃度を求めるこにより、環境測定が可能となることを特長とする、植物を用いた環境測定方法。

【請求項2】 植物の葉や枝に貼付した電極で構成する検知センサーと、この検知センサーで検出した電気信号の電圧増幅器と、前記電気信号の周波数の波形を解析する波形計測器と、前記の電圧増幅器及び波形計測器から出力される電気信号を無線信号で送信する無線送信機と、前記無線信号を受信する無線受信機と、この受信機と接続した電話回線と、この電話回線と接続して植物から検出した電気信号の解析及び記憶及び表示等をするコンピュータとを含んで構成したことを特長とする、植物を用いた環境測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】〔産業上の利用分野〕 本発明は、植物を環境測定のセンサーに用いた、環境測定方法及びその装置に関するものである。

【0002】〔従来の技術〕 植物は、それ自身で移動できないため、自己をとりまく環境に大きく影響を受けると考えられる。また、植物には、人間でいう脳や中枢神経系が存在しないが、それにも拘わらず、植物は成長していく過程で受ける様々な環境変化に実にうまく対処している。これは、周りの環境の変化を認識し、効率よく適応していかなければ、生き残れなかつたためである。このことから、植物は、独自の環境認識能力を持つと考えられる。そこで、植物のこの能力を解明して、植物をセンサーに用いた環境測定装置への応用が望まれている。

【0003】〔発明が解決しようとする課題〕 植物の細胞に外部から刺激を与えた時、生体電位の変化が観測される。この生体電位の変化は、イオンチャネルと呼ばれる細胞内小器官の働きにより起こる。この小器官は、細胞膜上に多種多様存在するゲートのようなもので、特定の刺激で開閉して細胞膜上のイオン拡散路となる。したがって、生体電位の変化量は、前記イオンチャネルの活性度によって決定する。以上のことから、植物はイオンチャネルによって外部環境の認識を行い、その応答として生体電位の変化が生じ、それを基に自己組織化を行っていると考えられる。そこで、本発明は、植物の有する外部刺激に対する種々の情報信号を定量的に解明して、それを応用して、植物を環境測定のセンサーに用いた環境測定方法及びその装置を提供することを

目的とする。

【0004】〔課題を解決するための手段〕 植物の葉や枝に検知センサーを貼付して、この植物に対して人工的に化学的刺激を付与する。そして、この時、植物の葉や枝の生体電位の変化を計測する。次に、この計測した電気信号の周波数波形を解析し、電位の変化及び波形と、付与した化学的刺激の相関を求め、これを基準環境応答信号とする。一方、自然界で環境因子の影響を受けている同種同科の植物の電位の変化及び、その波形を計測し、前記基準環境応答信号と比較して、該植物の環境における化学物質の種類と、その濃度を求めるこにより、環境測定データが得られるようにした。そして、植物の葉や枝に貼付した電極で構成する検知センサーと、この検知センサーで検出した電気信号の電圧増幅器と、前記電気信号の周波数波形を解析する波形計測器と、前記の電圧増幅器及び波形計測器から出力される電気信号を無線信号で送信する無線送信機と、この無線送信機からの無線信号を受信する無線受信機と、この無線受信機と接続した電話回線と、この電話回線と接続して植物から検出した電気信号を解析及び記憶及び表示等をするコンピュータとを含んで構成した。

【0005】〔作用〕 あらかじめ、化学的刺激の付与に対して種々の植物が応答する基準環境応答信号が判明している。一方、自然界で、環境因子の影響を受けている同種同科の植物の電位の変化及びその波形を計測し、同種同科の植物の前記基準環境応答信号と比較することにより、この植物が影響を受けている化学物質の種類と、その濃度を環境測定データとして取り出すことができる。この環境測定データは、無線送信機によって無線信号として送信され、地上に設置した無線受信機又は、宇宙空間の通信衛星を経由して電話回線に入る。この電話回線とコンピュータを接続しておくことにより、当該植物から計測した環境測定データは、オンラインで、しかもリアルタイムでコンピュータに入力され、コンピュータの働きにより、解析及び記憶及び表示等の処理をして環境測定が行われる。このようにして、専用のセンサーが設置されていない場所でも、植物を用いることにより、広域で多数地点における環境測定が可能である。

【0006】〔実施例〕 本発明を図面に基づいて具体的に説明すると、図1は植物の生体応答信号を検出する原理を示す。植物に外部から化学的刺激（例えば、硫酸、硝酸など）を付与すると、植物の細胞膜に多数存在するイオンチャネル（開閉するゲートのようなもの）が活性化し、開閉動作を起こす。このイオンチャネルの開閉動作によってイオンの移動が起こり、細胞膜に膜電位が生じる。この膜電位は、植物に外部から付与した化学的刺激の種類及び濃度によって変化する。このことから逆に膜電位を計測することによって、植物に外部から付与された化学的刺激の種類及び濃度を求めることが可能である。ところで、膜電位を計測する方法としては、パ

「チクランフ法」が知られているが、この方法は、電極を細胞に直接押し当てる必要があり、研究室では有効であるが一般実用的ではない。本発明の方法は、植物の外表面（葉又は枝の表皮）に電極を貼付して、膜電位の変化を、この電極で電気信号として検出するものであり、特殊な技術と装置を必要としないため実用的である。図1に示すように、植物の葉又は枝の外表面に、銀-塩化銀と糊状の電解質ペーストよりなる2つの電極を貼付し、基準電位（アース）との差と当該2つの電極間の差により、双極誘導法により膜電位を電気信号として計測するものである。即ち、図1に示すように、電圧増幅器の入力3端子の内、2つを前記電極に接続し、残りの1つをアースとして固定する。該電圧増幅器の出力端子には、波形計測器を接続して、前記電極で検出した電気信号（電圧増幅器で約2万倍に増幅した電気信号）を時間と共に連続的に測定するようにした。このようにして植物の細胞膜の膜電位の変化（生体応答信号）を波形計測器で測定することができる。尚、前記電圧増幅器は、高入力インピーダンス、低ノイズ、高利得の差動増幅方式によるものであり、前記波形計測器は、例えば電子式周波数記録計を用い、記録用紙に前記電気信号の軌跡を描くようにした。

【0007】ところで、自然環境は酸性雨、大気汚染、水質汚染等、さまざまな汚染にさらされている。例えば酸性雨を例にとると、湖沼の魚の死滅や森林の枯死などの被害が拡大しており、特に二酸化炭素を吸収する森林破壊は人間にとて深刻である。ここで酸性雨とは、石炭や石油の燃焼によって出る、窒素酸化物（NO_x）や硫黄酸化物（SO_x）が、大気中で硝酸イオンや硫酸イオンに変化し、強い酸性の雨となって降ることを言い、pH（水素イオン指数）が5.6以下の雨を酸性雨という。即ち、降雨のpHと大気中の酸濃度（窒素酸化物や硫黄酸化物の濃度）には相関があることが判明している。本発明者等の研究によると、植物に対して人工的に硝酸イオンや硫酸イオン（水素イオン）の化学的刺激を付与すると、植物は応答（数十μVから数十μVの電位の変化）し、図2に示すような周波数と波形パターンを描くことが判明している。即ち、パキラ（学名：*pachira aquatica*）、インドゴムノキ（学名：*figus elastica Roxb*）に対しては、次のような化学的の刺激に対する生体電位がある。硝酸付与——密閉したビニルハウス（約1立米）の中にパキラを置き、硝酸（HNO₃）を濃度0.01mol/l（pH2）及び0.0001mol/l（pH4）にしたもの各々1リットルを前記ビニルハウス内に噴霧状にして送出し、該パキラに付与する。純水付与——密閉したビニルハウス（約1立米）の中にパキラを置き、純水（pH7）1リットルを前記ビニルハウス内に噴霧状にして送出し、該パキラに付与する。上記の化学的刺激に対する植物の生体電位応答が、次のような特性を持つ

ことを明らかにできた。

（1）硝酸濃度0.01mol/l（pH2）付与に対する応答

応答波形は基本的に双曲線の形を示す。その電位変化の周波数領域は1~16Hzで、電位は9~12μVである。

（2）硝酸濃度0.0001mol/l（pH4）付与に対する応答

応答波形は基本的に双曲線の形を示す。その電位変化の周波数領域は1~27Hzで、電位は4~6μVである。

（3）純水（pH7）付与に対する応答

応答波形はほぼ直線で変化は見られない。

【0008】上記から明らかなように、付与するpH（水素イオン指数）のちがいにより植物の応答波形は変わらないが、その電位変化の周波数が大きく変化し、又、電位も変化する。しかし、pH7（中性）を付与した場合は何も応答しない。これらのことから逆に、植物の応答波形及び電位を測定して、基準環境応答信号（予め、植物に対して人工的に化学的刺激を付与して、植物の生体応答を電位変化の周波数及び電位で計測したもの）と比較することにより、例えば、自然環境下におけるpH値（酸性度）を計測することができる。

【0009】図3において、1は植物、2は植物1の葉（又は枝）の外表面の電位変化を検出するための検知センサーで、該検知センサーは植物の葉や枝に貼付した2つの銀-塩化銀電極よりなる。3は検知センサー2で検出した生体信号の電圧増幅器で、該電圧増幅器は、低雑音かつ高利得の差動増幅方式のものである。即ち、該電圧増幅器の3端子の内、2つを前記検知センサーに接続し、残りの1つをアースとして固定することにより、双極誘導法により植物の外表面における生体電位を電気信号（電圧）として計測できるようにした。4は電圧増幅器3で増幅した信号の周波数波形を解析、弁別する波形計測器で、前記電圧増幅器3の出力する電気信号（生体応答信号）を受けて、該電気信号の複合周波数成分を周波数毎に弁別できるようにした。5は波形計測器4で弁別された信号を無線信号で送信するための無線送信機であり、6は該無線送信機のアンテナである。即ち、植物1の葉（又は枝）の外表面に貼付した検知センサー2で検出した生体応答信号は、電圧増幅器3で増幅され、波形計測器4で周波数弁別され、無線送信機5で無線信号として空中に送出されるものである。

【0010】図4において、植物1の葉（又は枝）に貼付した検知センサー2で検出した電位信号は、電圧増幅器3及び波形計測器4を介し無線送信機5に入力され、アンテナ6から無線信号として空中に送出するようにした。7は前記無線信号の受信用アンテナ、8は無線受信機であり、該無線受信機は前記無線信号を受信して、これを電話回線の信号に変換して公衆電話回線に接続す

る。9は公衆電話回線（専用電話回線であってもよい）であり、10は公衆電話回線9と接続したコンピュータである。即ち、植物の葉（又は枝）の外表面から検知センサー2で検出した電位信号は、増幅され周波数弁別された後、無線信号に変換され、無線受信機8を介して公衆電話回線9からコンピュータ10に送信され、該コンピュータは送信されたデータを連続的に取り込み、演算、分析、記憶、表示等ができるようにした。コンピュータ10は、受信したデータを基に演算、分析を行い、植物1における環境状態を、該コンピュータの表示画面にグラフ、図、数字、記号等を用いて表示するようにした。即ち、コンピュータ10の中には、予め植物1に対する化学的刺激による該植物の応答がパターン化された波形情報（予め健康な状態の下で、植物に対して人工的に化学的刺激を付与し、植物の葉や枝の外表面の生体電位の変化を計測し、この計測した電気信号の電位及び周波数の波形を解析し、これを当該同種同科の植物における基準環境応答信号とする）が内蔵（記憶）されていて、この記憶情報を前記コンピュータ10が受信したデータ（入力情報）とを比較し、植物1が受けているであろう化学的刺激（例えば酸性雨、大気汚染など）の種類とその濃度を算出するものである。そして、植物1、検知センサー2、電圧増幅器3、波形計測器4、無線送信機5、アンテナ6は1計測単位で必要な構成であるが、この構成を多数地点で設けることにより、広域で多数地点の環境計測ができるよう構成している。

【0011】尚、電圧増幅器3及び波形計測器4及び無線送信機5及びアンテナ6は、一体化構造とすることができる。また、無線送信機5及び無線受信機8に関する

無線通信伝送方法は、簡易型携帯電話システム（PHS）を利用できる外、通信衛星を利用することができる。

【0012】【発明の効果】本発明は上述のように、植物の生体応答を利用して環境測定ができるところから、人間及び他の生物の生態に密着した環境データの把握が可能であると共に、オンライン信号伝送方法によりリアルタイムでしかも広域の環境測定が可能になる外、植物があればどこででも測定でき、特殊で高価な設備を必要としないため、経済的に環境測定システムを構築並びに運用できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】植物の膜電位及びこれを植物の外表面で生体信号として検出する方法の一例を示す概略説明図である。

【図2】植物から計測した電気信号の電位及び周波数波形の一例を示す説明図である。

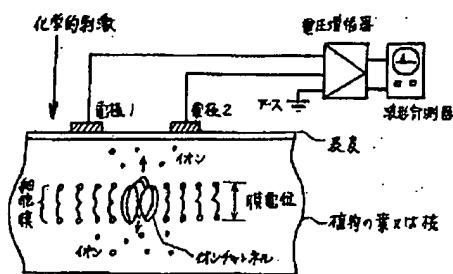
【図3】植物から電位信号を検出し、これを電気信号として送出する方法の一例を示す概略説明図である。

【図4】本発明を実施する装置の一例を示す概略説明図である。

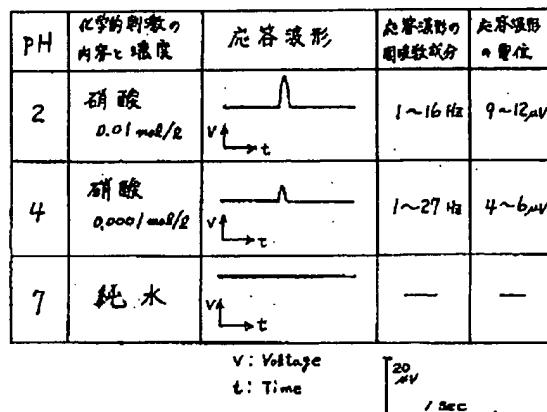
【符号の説明】

1	・ 植物	2	・ 植物	3	・ 検知センサー
4	・ 電圧増幅器	5	・ 無線送信機	6	・ 送信用アンテナ
7	・ 波形計測器	8	・ 無線受信機	9	・ 受信用アンテナ
10	・ 公衆電話回線				
	10	・ コンピュータ			

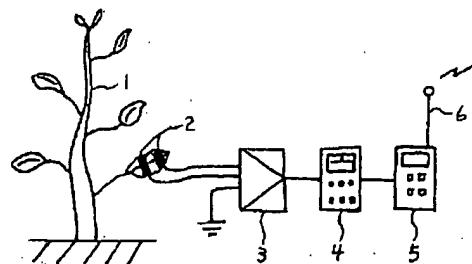
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

